19-3317; Rev 1; 1/05



MAX5940B 评估板

概述

MAX5940B 评估板(EV kit)是一个安装完好、经过测试的表贴电路板。它带有以太网端口，用于-48V 供电系统的网络用电设备(PD)接口控制电路。该评估板采用符合IEEE 802.3af标准、8引脚SO封装的网络PD接口控制芯片MAX5940B。MAX5940B评估板也可用于评估最大额定输入电压为90V的MAX5940D。MAX5940B带有可限制浪涌电流的内部隔离开关，适用于需要通过以太网端口获得直流电源的LAN供电系统中的PD，如IP电话、无线接入点和安全摄像机等。

MAX5940B 评估板由符合IEEE 802.3af标准的供电设备(PSE)为其供电。有关PSE控制器的详细信息可参考MAX5922和MAX5935*的数据手册。PSE通过以太网非屏蔽双绞电缆为评估板的RJ-45插孔提供所需的-44V至-57V直流电源。该评估板内含10/100BASE-TX VoIP磁模块和两个二极管桥，用来分离出端点或中跨以太网系统所注入的直流电源。

MAX5940B评估板可演示MAX5940B的全部功能，包括PD侦测特征、可配置的PD分级特征、可编程的浪涌电流和欠压锁定(UVLO)。所有这些功能都可以在评估板上进行配置，另外，评估板还为PD接口提供了用于电压检测和连接的附加测试点。

MAX5940B评估板上还包含一个由MAX5014电流模式PWM控制器构成的开关频率为275kHz、隔离型、6W、反激式DC-DC转换器，该转换器的电源来自MAX5940B的-48V电压输出。这个DC-DC转换器的输出电压被设置为4.25V，可提供最高1.4A的输出。这个单管反激式DC-DC转换器拓扑具有高达82.2%的转换效率。表面贴装变压器可为输出提供1500V的电气隔离。UVLO、软启动和热关断等功能提供了一个高可靠的6W隔离电源。

MAX5940B评估板可通过相应的配置与外部DC-DC转换器进行连接，以额外增加7W的输出功率。

** 未来产品—供货状况请联络厂方。*

警告: MAX5940B评估板是在高压下工作的。评估板及与之相连的设备上都存在危险电压。在给它们加电时，必须按照高电压电气设备的操作规范和安全流程来谨慎操作。

在严重故障或失效情况下，该评估板可能会耗散大量的功率，从而产生元件或元件碎片的高速飞溅。因此，须谨慎操作，以免造成人身伤害。

特性

- ♦ 符合IEEE 802.3af标准的PD接口电路
- ♦ PD侦测和可配置的分级特征
- ♦ 可调的浪涌电流限制
- ♦ 可编程的UVLO
- ♦ 隔离型、6W、反激式DC-DC转换器
- ♦ 输入电压范围-36V至-60V
- ♦ 隔离的4.25V输出，输出电流达1.4A
- ♦ 可评估端点和中跨以太网系统
- ♦ 能够与外部DC-DC转换器连接
- ♦ 本地电源输入(墙上适配器)
- ♦ 也可对MAX5940D进行评估(需要替换IC)
- ♦ 完全组装并测试

定购信息

PART	TEMP RANGE	IC-PACKAGE
MAX5940BEVKIT	0°C to +70°C	8 SO

元件清单

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
C1	1	0.068µF ±10%, 100V X7R ceramic capacitor (1210) Murata GRM32NR72A683K
C2	1	6800pF ±10%, 100V X7R ceramic capacitor (0805) Murata GRM219R72A682K
C3	1	47µF ±20%, 100V electrolytic capacitor (12.5mm x 13.5mm) Sanyo 100CV47FS
C4	1	1000pF ±10%, 250VAC X7R UL ceramic capacitor (2010) Murata GA352QR7GF102KW01L
C5, C6	2	330µF ±10%, 10V tantalum capacitors (X) Kemet T494X337K010AS
C7, C15	2	1.0µF ±10%, 50V X7R ceramic capacitors (1206) TDK C3216X7R1H105K
C8, C16	2	0.1µF ±10%, 16V X7R ceramic capacitors (0603) Murata GRM188R71C104K
C9	1	1µF ±10%, 10V X5R ceramic capacitor (0603) Murata 188R61A105K
C10	1	0.033µF ±10%, 50V X7R ceramic capacitor (0805) Murata GRM219R71H333K
C11	1	4700pF 250VAC X7R ceramic capacitor (2220) Murata GA355DR7GC472KY02
C12	1	22µF ±20%, 35V tantalum capacitor (D) Kemet T494D226M035AS
C13	1	0.1µF ±10%, 50V X7R ceramic capacitor (0805) Murata GRM21BR71H104K
C14	1	0.22µF ±10%, 10V X7R ceramic capacitor (0603) Murata GRM188R71A224K

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
C17	1	10µF ±10%, 25V tantalum capacitor (C) Vishay 293D106X9025C2
C18	1	1000pF ±10%, 50V X7R ceramic capacitor (0603) Murata GRM188R71H102K
C19, C20	2	0.01µF ±10%, 100V X7R ceramic capacitors (0805) Murata GRM21BR72A103K
C21	1	0.68µF ±20%, 100V X7R ceramic capacitor (1210) TDK C3225X7R2A684M
D1	1	56.7V 600W zener overvoltage transient suppressor (SMB) Vishay SMBJ51A
D2	1	3A 40V Schottky diode (SMC) Diodes Incorporated B340
D3, D4	2	1A 200V super-fast rectifiers (SMB) Diodes Incorporated MURS120
D5	1	51V 5% 3W zener diode (SMB) Vishay BZG05C51
D6	1	300mA 75V high-speed diode (SOD-123) Diodes Incorporated 1N4148W
D7, D8	2	1A 200V standard recovery power rectifiers (DFS case) Vishay DF02SA
D9	1	1A 100V standard recovery power rectifier (SMA) Diodes Incorporated S1B
D10	0	Not installed, 1A 100V standard recovery power rectifier (SMA) Diodes Incorporated, S1B recommended
D11	1	30V 500mW zener diode (SOD123) Diodes Incorporated BZT52C30

元件清单(续)

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
J1	1	RJ-45 black through-hole connector, 8P-8C
JU1	1	3-pin header
JU2	1	5-pin header
N1	1	150V, 4.3A n-channel MOSFET (D-PAK) Fairchild FQD5N15TM
Q1, Q2	2	60V, 200mA NPN transistors (SOT-23) Central Semiconductor CMPT3904
R1	0	Not installed, resistor (1206)
R2	0	Not installed, resistor (0805)
R3	1	25.5kΩ ±1% resistor (1206)
R4	1	10kΩ ±1% 100ppm thick-film resistor (0805) Panasonic ERJ6ENF1002V
R5	1	732Ω ±1% 100ppm thick-film resistor (1206) Panasonic ERJ8ENF7320V
R6	1	392Ω ±1% 100ppm thick-film resistor (1206) Panasonic ERJ8ENF3920V
R7	1	255Ω ±1% 100ppm thick-film resistor (1206) Panasonic ERJ8ENF2550V
R8	1	178Ω ±1% 100ppm thick-film resistor (1812) Panasonic ERJ12NF1780U
R9	1	470Ω ±5% resistor (0805)
R10	1	10kΩ ±1% resistor (0805)
R11	1	2.1kΩ ±1% resistor (0805)
R12	1	221Ω ±1% resistor (0805)
R13	1	100Ω ±5% resistor (0805)
R14	1	0.68Ω ±1% resistor (1206) Panasonic ERJ8RQFR68V
R15	1	10Ω ±5% resistor (0805)
R16	1	1MΩ ±5% resistor (0805)
R17	1	24.3kΩ ±1% resistor (0805)
R18, R19	2	75Ω ±5% resistors (0805)
R20	1	Not installed, resistor (0805)
R21	1	2kΩ ±1% resistor (0805)
R22	1	100kΩ ±1% resistor (0805)
R23	1	0Ω ±5% resistor (0805)
R24	1	150Ω ±5% resistor (1210)
T1	1	10/100BASE-TX voice-over-IP magnetic module Pulse Engineering H2005A
T2	1	6W 200µH transformer (12-pin Gull Wing) Cooper-Coiltronics CTX03-16649
TP1, TP2, TP3	3	PC test points, red
TP0	1	PC test point, black
U1	1	MAX5940BESA (8-pin SO)
U2	1	Current-mode PWM controller (8-pin SO) Maxim MAX5014CSA
U3	1	High-isolation voltage photocoupler (SOP-4) CEL/NEC PS2703-1
U4	1	1.24V precision shunt regulator (SOT-23-5L) Texas Instruments TLV431AIDBVR
U5	1	High-isolation voltage photocoupler (SOD-4) CEL/NEC PS2701A-1
None	2	Shunts (JU1, JU2)
None	4	Rubber bumpers
None	1	MAX5940B PC board

快速开始

MAX5940B评估板(EV kit)是装配完整并经过测试的。通过以下步骤可对该板的工作进行检验。**但应注意：在没有完成所有的连接之前，严禁打开电源！**

所需设备：

一个符合IEEE 802.3af标准的PSE、一根5类或5e类以太网电缆和以下设备：

- 一个48V、1A的直流源
- MAX5940B评估板
- 一个电压表

元件供应商

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
CEL/NEC; California Eastern Laboratories	800-997-5227	408-588-2213	www.cel.com
Cooper-Coiltronics	561-752-5000	561-742-1178	www.cooperet.com
Diodes Incorporated	805-446-4800	805-446-4850	www.diodes.com
Fairchild	888-522-5372	—	www.fairchildsemi.com
IRC	361-992-7900	361-992-3377	www.irctt.com
Kemet	864-963-6300	864-963-6322	www.kemet.com
Murata	770-436-1300	770-436-3030	www.murata.com
Panasonic	714-373-7366	714-737-7323	www.panasonic.com
Pulse Engineering	858-674-8100	858-674-8262	www.pulseeng.com
Sanyo Electronic Device	619-661-6835	619-661-1055	www.sanyodevices.com
TDK	847-803-6100	847-390-4405	www.component.tdk.com
Vishay	—	—	www.vishay.com

注：与这些供应商联系时请说明您正在使用的是MAX5940B。

硬件连接

1) 确认跳线JU1 (1–4级)和JU2 (1级)的脚1和脚2之间的短接线已安装完好。
2) 给MAX5940B评估板加电，可采用以下任意一种方法：

   需要与网络连接：用一条5类以太网电缆将MAX5940B评估板的RJ-45 (J1)连接器输入端与对应的PSE以太网LAN连接端相连，以此来给评估板加电。评估板上的测试点TP4–TP9可提供以太网的数据信号。

   不需要与网络连接：在MAX5940B评估板的焊盘GND和-48V之间加48V的直流电源。
3) 开启PSE电源或开启外部直流电源。
4) 用电压表检测评估板VOUT与PGND间输出的电压是否为+4.25V。PGND与评估板上的输入GND和输出GND2是电气隔离的。
5) 用示波器或电压表测量PCB上TP1 (U1的 $\overline{PGOOD}$ 引脚)、TP2 (U1的 PGOOD引脚)、TP3 (U1的GATE引脚)和TP0 (-48V)脚上的电压，以此来观测所需的信号。

硬件详细说明

MAX5940B评估板内含以太网PD接口控制电路，适用于-48V供电的系统。该评估板采用符合IEEE 802.3af标准、8引脚SO封装的网络PD接口控制芯片MAX5940B，内含一个用来限制PSE浪涌电流的内部隔离开关。MAX5940B适合用在LAN供电的系统中，通过5类或5e类非屏蔽双绞线(UTP)以太网电缆，利用以太网系统的端点或中跨PSE为PD供电。

通过一条连至评估板RJ-45连接器J1的UTP线缆，MAX5940B 评估板可从符合IEEE 802.3af标准的供电设备(PSE)中获得电源(最大12.95W)。该评估板上有10/100BASE-TX VoIP磁模块(T1)和两个二极管桥整流器(D7、D8)，用来分离出PSE输送的-48V直流电源。MAX5940B评估板可以从端点或中跨PSE网络配置中获取电源，板上的二极管桥D8用来从中跨PSE取电，二极管桥D7用来从端点PSE取电。评估板上的测试点TP4-TP9可以获取来自IP磁性模块T1的以太网数据信号。磁性模块T1是一个双模块，但这里只用到其中一个。

本评估板可演示MAX5940B的全部功能，如PD侦测特征、可配置的PD分级特征、可编程的浪涌电流和欠压锁定(UVLO)功能。板上的电阻R3用于设置PD侦测特征，当二极管桥的阻抗较高时，应采用较小阻值的R3电阻来进行补偿。电阻R4–R8用于确定PD的分级特征，需要正确配置跳线器JU1和JU2。用一个电阻即可确定PD的分级。栅极电容C2用于设定浪涌电流。为了利用MAX5940B的UVLO功能，印刷板上提供了安装R1和R2的焊盘。电阻R1和R2设置UVLO的阈值电压，同时也提供PD侦测特征。关于如何在评估板上配置UVLO工作，可参见 *UVLO 配置* 部分。另外，为使电路正常工作，设定的UVLO电压最小应为12V。

检测点TP0(-48V)、TP1($\overline{\text{PGOOD}}$)、TP2(PGOOD)和TP3(GATE)用于电压检测和/或连接外部DC-DC转换器。

MAX5940B评估板上带有一个隔离型、6W的反激式DC-DC转换器，该转换器由MAX5014电流模式PWM控制器构成。MAX5940B的V_{OUT}和GND2引脚间的电压(-32V至-60V DC)为其供电。这个反激式DC-DC转换器的输出电压可配置成+4.25V，此时的输出电流可达1.4A，效率达82.2%。单管(N1)反激式DC-DC转换器拓扑具有最少的元件数目。表面贴装的变压器T2可为输出提供1500V的电隔离。电流检测电阻R14可把流过晶体管N1和变压器T2初级的峰值电流限制在1.5A。光耦U3和并联稳压器U4提供隔离电压反馈。电压反馈电阻R10和R17设定输出电压。二极管D4和D5可限制执行开关操作时T2初级绕组上的电压。电阻R15和电容C18构成了一个缓冲网络，它们可以抑制由于变压器T2上的漏感和二极管D2的结电容谐振在D2上引起的瞬间过压。

软启动电容C14可对电压VOUT进行控制，使其线性上升，而不会引起电压过冲。电流模式PWM控制器MAX5014内部的UVLO和热关断功能可提供一个高可靠的隔离型6W电源设计。该控制器的工作频率为275kHz，其最大占空比为85%。有关MAX5014控制器的更多信息可查阅其数据手册。

利用评估板所提供的-48VOUT和GND2焊盘，以及检测点TP0、TP1和TP2，很容易将其与一个外部的DC-DC转换器相连，来获得额外的7W输出功率。此外，评估板也可配置为单独和一个额定功率12.95W的外部DC-DC转换器配合工作。

MAX5940B评估板也提供了由墙上适配器或“本地输入”的直流电源供电的电路。采用这种供电方式时，应将本地直流电源(36V至44V)连接到PCB的本地输入电源(+)和本地输入电源(-)焊盘。一旦本地输入电压高于36V，光耦合器U5将会通过拉低GATE电压的方式关断内部MOSFET。晶体管Q1使Q3关断，激活DC-DC转换器。二极管D3用来防止PSE电源反向灌入本地电源。更多有关墙上适配器或本地输入直流电源使用的信息可参见*本地输入电源*部分。

警告：-48VOUT不与来自RJ-45插座J1的电源相隔离。

跳线选择

MAX5940B评估板有多个用于设置评估板PD分级特征和外部DC-DC转换器工作的跳线。

PD分级特征选择

MAX5940B评估板有两个用来针对评估板输入端口，J1连接器接入的PSE设定PD分级特征的跳线。3针的跳线器JU1和5针的跳线器JU2配置分级特征。表1列出了跳线器选项。

表 1. PD分级特征选择

CLASS	JU1 SHUNT	JU2 SHUNT
Class 0	2–3	Don't care
Class 1	1, 2	1, 2
Class 2	1, 2	1, 3
Class 3	1, 2	1, 4
Class 4	1, 2	1, 5

外部 DC-DC 转换器或独立工作

MAX5940B 评估板提供了直接与外部 DC-DC 转换器接口的 PCB 焊盘和测试点。PCB 上的 GND2 和-48VOUT 焊盘可为外部的 -48V DC-DC 转换器供电。TP1 ($\overline{PGOOD}$) 和 TP2 (PGOOD) 是该评估板与外部转换器的接口。TP0 是一个附加的-48V 测试点。栅极电容 C2 应根据两个 DC-DC 转换器(评估板和外部) 的总输入电容做相应调整。

在不用板上的 6W 反激 DC-DC 转换器而独立工作时，需去掉几个器件。短接 PCB 上的电容 C14 以禁止板上的 6W 反激 DC-DC 转换器，并去掉大电容 C3。此外，根据外部 DC-DC 转换器的输入电容改变栅极电容 C2。参见*栅极电容的选择*中关于选择电容 C2 部分的描述。GND2 和 -48VOUT 焊盘可提供的最大功率取决于跳线器 JU1 和 JU2 的分级设置。MAX5940B 评估板两种工作方式的配置如表 2 所示。

本地电源输入

光耦 U5，晶体管 Q1、Q2，电阻 R21、R22、R23，以及二极管 D9、D11 和 PCB 上为二极管 D10 留出的焊盘，使 MAX5940B 评估板能够配置为兼容本地输入电源和 PSE 电源。通过本地输入电源 (+) 和本地输入电源 (-)焊盘与本地输入电源相连。本地输入电源的工作电压范围必须在 36V 至 44V 之间，这一电压范围可通过选择适当的二极管 D11 和电阻 R21 来改变。

当本地电源电压大于 36V 时，往往优先使用本地电源。在这种情况下，U5 将通过拉低 GATE 电压来关闭 MAX5940B 内部的 MOSFET，同时本地电源将直接通过 GND2 和 -48VOUT 给评估板供电。电源切换后，本地电源将干扰 MAX5940B 评估板的发现和分级特征，阻止 PSE 为评估板供电，直至本地电源降为 0V 时为止。

如果本地输入电源的电压低于 32V，并且 PSE 电源首先接入，那么就将由 PSE 通过 MAX5940B 芯片的 VOUT 引脚为评估板供电。二极管 D9 可防止 PSE 向低于 32V 的本地输入电源倒灌电流。

作为另一种选择，当用本地输入电源为 MAX5940B 评估板供电时，可以切断短接 PCB 上二极管 D10 焊盘的印制线，安装一个推荐的二极管。D10 可阻止本地输入电源干扰 MAX5940B 评估板的发现和分级特征。采用此种设置时，PSE 电源可持续检测评估板，并在本地电源电压低于 32V 时立即为评估板供电。

UVLO 设置，栅极电容选择，以太网数据信号接口

UVLO 配置

MAX5940B 评估板具有欠压锁定 (UVLO) 电路，它的作用是在电压低于设置好的输入电源的起始电压时，阻止评估板的工作。电阻 R1 和 R2 可用来设置 MAX5940B 的启动电压和 UVLO 电压。为评估 MAX5940B 所具有的

表 2. 外部转换器或独立工作

EV KIT OPERATION	REMOVE	EV KIT MODIFICATIONS
On-Board and External DC-DC Converters	None	• Calculate new C2 value, using C3 and external DC-DC converter total input capacitance. • Use TP0, TP1, TP2 to interface with an external DC-DC converter. • Use GND2 and -48VOUT pads to power an external converter.
Stand-Alone	Resistor R20 Capacitor C3	• Calculate new C2 value, using an external DC-DC converter total input capacitance. • Short capacitor C14 PC board pads. • Use TP0, TP1, TP2 to interface with an external DC-DC converter. • Use GND2 and -48VOUT pads to power an external converter.

UVLO 功能，可先去掉电阻 R3，然后安装表贴电阻 R1 (1206 型)和 R2 (0805 型)。根据希望的启动电压，用下式计算电阻 R1 和 R2：

$$R2 = \left(\frac{V_{REF}}{VIN_{STARTUP}}\right) \times 25.5k\Omega$$

$$R1 = 25.5k\Omega - R2$$

式中 $VIN_{STARTUP}$ 是希望 MAX5940B 评估板开始工作的电压 (≥+12V)，V_{REF} 的典型值为 2.47V。此外，串联电阻 R1、R2 的阻值之和必须等于 25.5kΩ。用于 UVLO 功能的同时，电阻 R1、R2 还提供了 PD 侦测特征中的电阻部分。为使电路正常工作，当输入电压取最大值时，MAX5940B UVLO 引脚上的 R1/R2 分到的电压不能大于 7.5V。

栅极电容的选择

MAX5940B 栅极电容的值由 MAX5940B 芯片-48VOUT 和 GND2 焊盘上连接的电容总和决定。通常，这是所有 DC-DC 转换器输入电容的总和加上所有外接的大容量电容 (包括 C3 和 C21，如果使用的话)。栅极电容 C2 是一个 0805 型表贴电容，其值可通过以下公式进行选择：

$$C2 = \left(\frac{C_{IN} \times 10\mu A}{I_{INRUSH}}\right)$$

式中 I_{INRUSH} 是浪涌电流(在 MAX5940B 评估板中将该电流设置为 100mA)，C_{IN} 是连接在 MAX5940B -48VOUT 和 GND2 引脚上输入电容的总和 (只用到 C3)。当将评估板重新设置成为外部 DC-DC 转换器供电时，可以移去某些器件，参见*外部 DC-DC 转换器*或*独立工作*部分。

以太网数据信号接口

MAX5940B 评估板有多个与以太网数据信号进行接口的测试点。测试点 TP4、TP5、TP8 用来同以太网数据接收信号进行接口。测试点 TP6、TP7、TP9 用来同以太网数据发送信号进行接口。所有来自或到达模块 T1 的 PCB 布线长度匹配在 3mil 以内。模块 T1 是一个 10/100BASE-TX VoIP 磁模块，在将该模块同 MAX5940B 评估板以太网数据信号测试端进行接口前，应先查阅其数据手册。当为数据传输率为 1000Mbps 的以太网系统做评估时，可用一个 1000BASE-TX 模块来代替 T1 模块。MAX5940B 评估板未在实际网络运行环境中进行检验。T1 包括两个磁性模块，但这里只用到其中的一个。

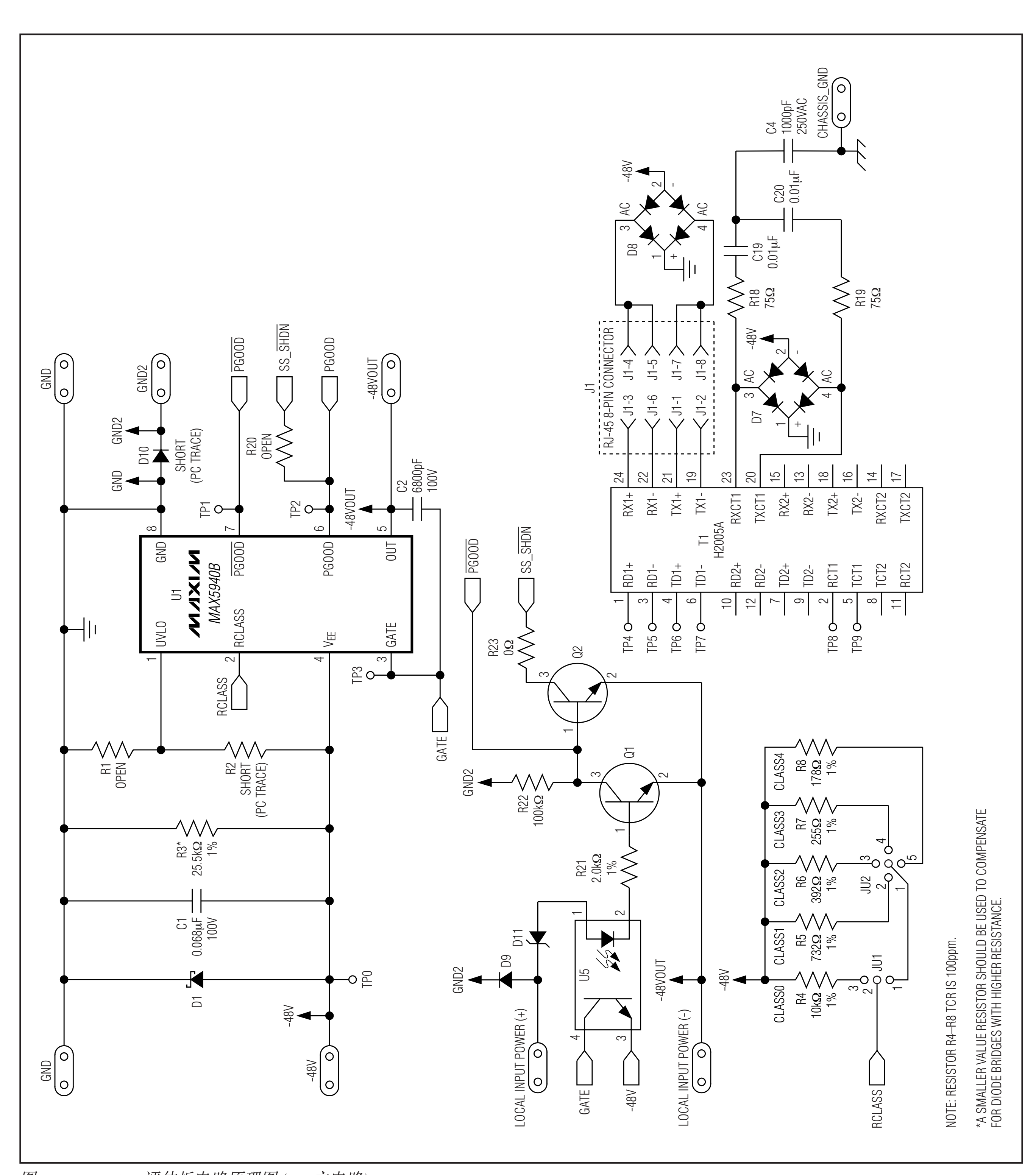


图 1. MAX5940B 评估板电路原理图 (PD 主电路)

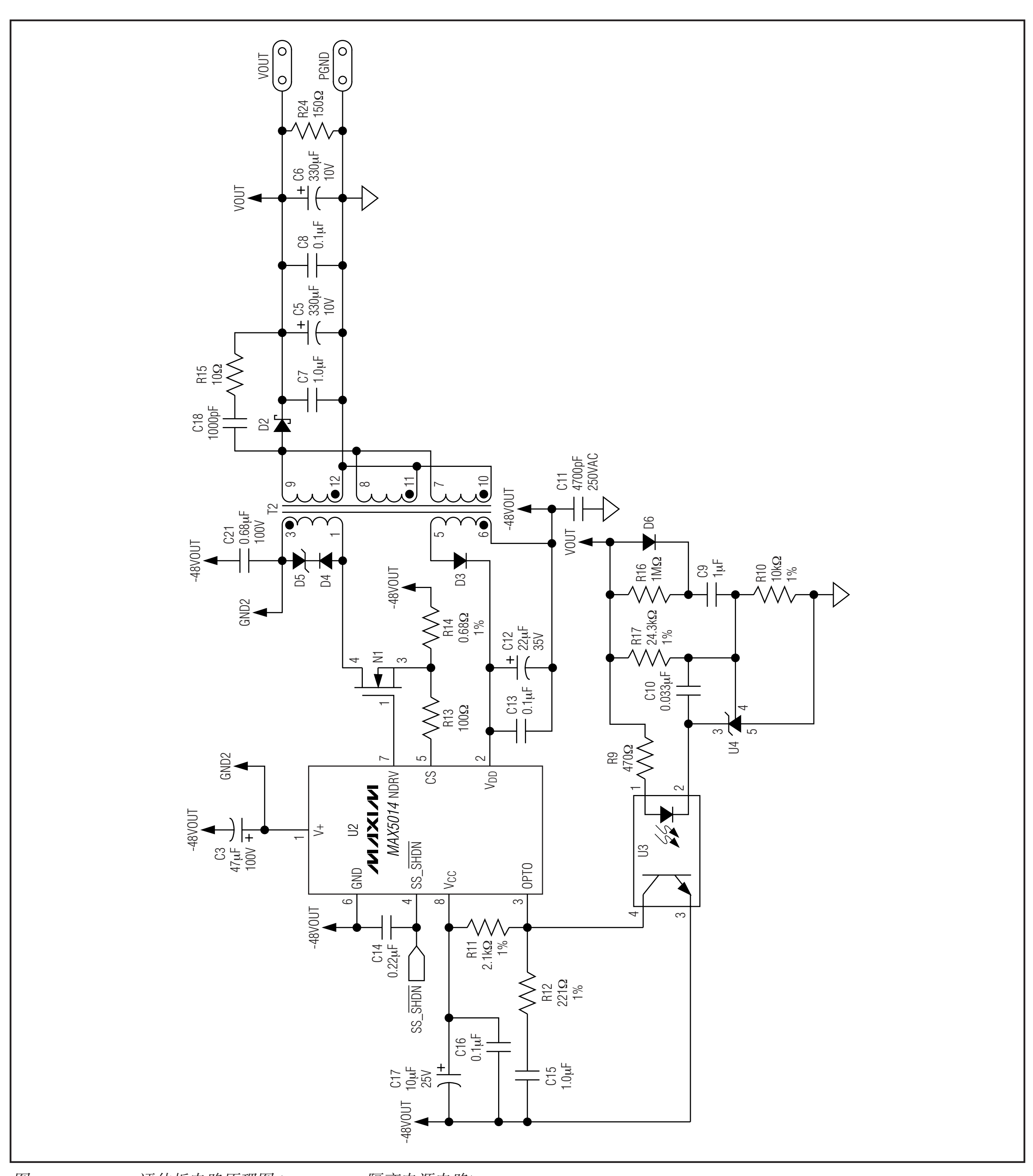


图 2．MAX5940B 评估板电路原理图 (6W，4.25V 隔离电源电路)

MAX5940B 评估板

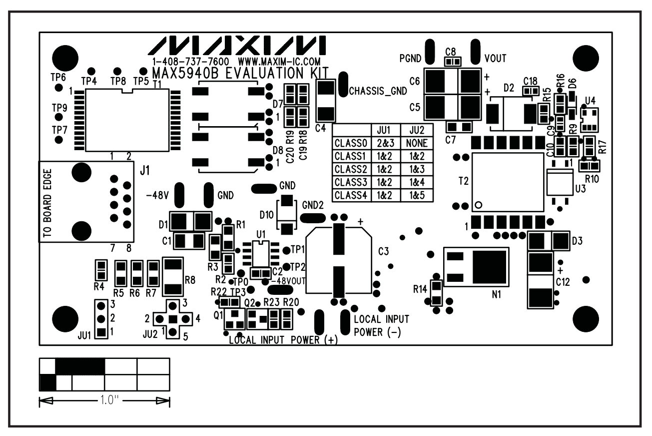


图 3．MAX5940B 评估板元件布局图——元件面

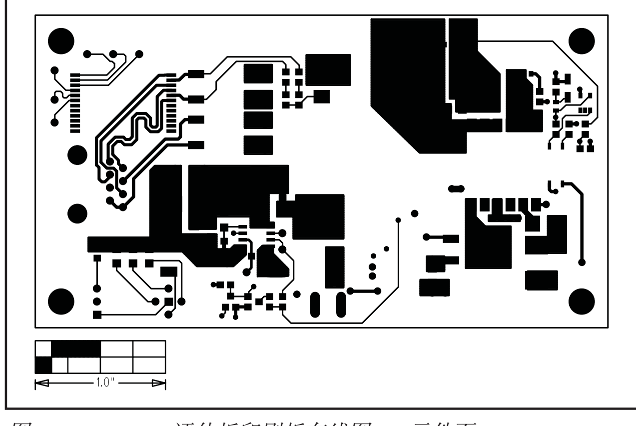


图 4．MAX5940B 评估板印刷板布线图——元件面

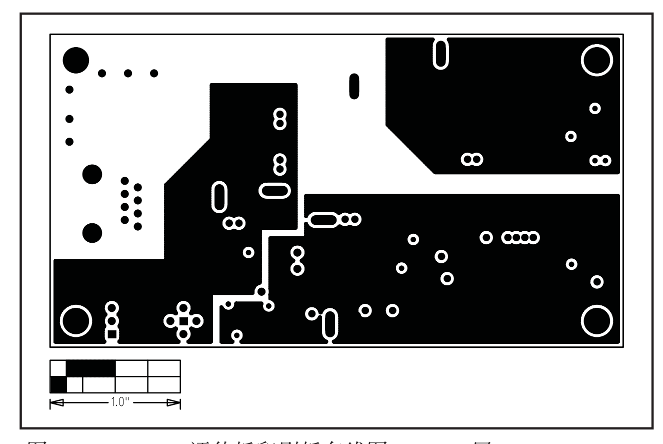


图 5．MAX5940B 评估板印刷板布线图——V_{CC} 层2

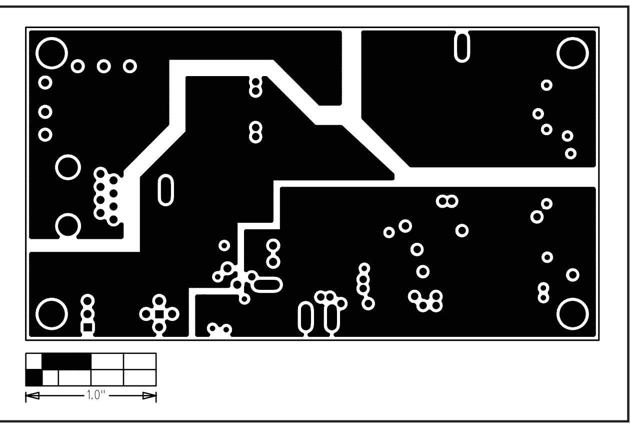


图 6．MAX5940B 评估板印刷板布线图——GND 层3

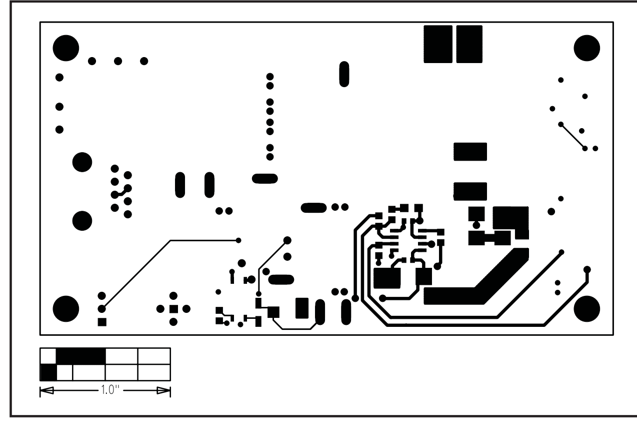


图 7. MAX5940B 评估板印刷板布线图——焊接面

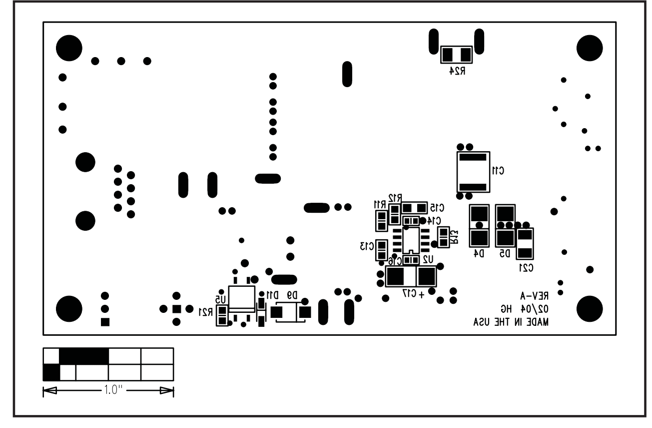


图 8．MAX5940B 评估板元件布局图——焊接面